免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

ICS 47.020.05
U 05

中华人民共和国国家标准

GB/T 7387—1999

船用参比电极技术条件

Technical requirements for marine reference electrode

1999-08-31 发布　　2000-06-01 实施

国家质量技术监督局 发布

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

前　言

本标准是对 GB/T 7387—1987《船用参比电极技术条件》的修订。

本标准与 GB/T 7387—1987 的主要技术差异如下：

增加了网状银/氯化银和高纯锌参比电极及相应的技术要求、电极结构、试验方法和检验规则等。根据船舶的使用要求，提高了参比电极的使用寿命指标。

删去了 GB/T 7387—1987 中的附录 A“粉压法圆柱状银/氯化银电极体的制备”、附录 B“热浸涂法螺旋状银/氯化银电极体的制备”、附录 C“锌铝硅电极体的制备”、附录 D“铜/饱和硫酸铜电极体的制备”。

本标准与 GB/T 3108—1999《船体外加电流阴极保护系统》配套使用。

本标准自实施之日起，同时代替 GB/T 7387—1987。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 都是提示的附录。

本标准由全国海洋船标准化技术委员会船用材料应用工艺分技术委员会提出。

本标准由中国船舶工业总公司洛阳船舶材料研究所归口。

本标准由中国船舶工业总公司洛阳船舶材料研究所和交通部上海船舶运输科学研究所负责起草。

本标准主要起草人：高玉柱、李桂华、董飒英、许建华、张焕荣、王在忠。

本标准于 1987 年 3 月首次发布。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

中华人民共和国国家标准

GB/T 7387—1999

船用参比电极技术条件

代替 GB/T 7387—1987

Technical requirements for marine reference electrode

1 范围

本标准规定了钢质海船船体阴极保护用参比电极的分类、标记、要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于参比电极的制造和验收。海水中其他钢质结构物的阴极保护用参比电极的制造和验收亦可参照使用。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 191—1990 包装储运图示标志

GB/T 470—1997 锌锭

GB/T 1173—1995 铸造铝合金

GB/T 1196—1993 重熔用铝锭

GB 4135—1994 银锭

GB/T 4423—1992 铜及铜合金拉制棒

GB/T 4951—1985 锌-铝-镉合金牺牲阳极化学分析方法

GB/T 5231—1985 加工铜 化学成分和产品形状

GB/T 12689.1—1990 锌及锌合金化学分析方法 EDTA 滴定法测定铝量

CB/T 3667.1—1995 船舶电缆敷设和电气设备安装附件 电缆贯通装置

3 分类和标记

3.1 分类

常用参比电极的种类和型号见表 1。按其电极体材料可分为银/氯化银参比电极、锌及锌合金参比电极和铜/饱和硫酸铜参比电极三类。

国家质量技术监督局 1999-08-31 批准　　2000-06-01 实施

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

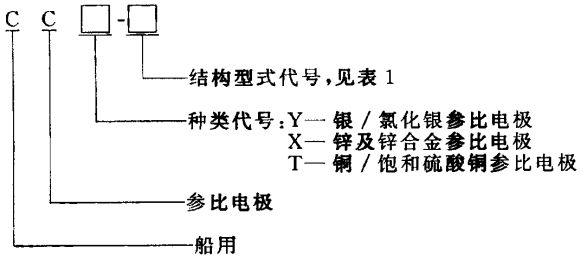
免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

表 1 参比电极常用种类和结构型式

型号	种类	结构型式		参比电极体的使用寿命 a	结构图示
		形 状	安装型式		
CCY-1	银/氯化银参比电极	圆柱状(粉压法)	固定式	6	图 1
CCY-2		螺旋状(热浸涂法)	固定式		图 2
CCY-3		圆柱状(粉压法)	携带式		图 3
CCY-4		螺旋状(热浸涂法)	携带式		图 4
CCY-5		网状(热浸涂法)	固定式		图 1
CCY-6		网状(热浸涂法)	携带式		图 3
CCX-1	高纯锌参比电极	圆盘状	固定式	10	图 5
CCX-2	锌铝硅参比电极	圆盘状	固定式		图 5
CCT	铜/饱和硫酸铜参比电极	圆柱状	携带式	—	图 6

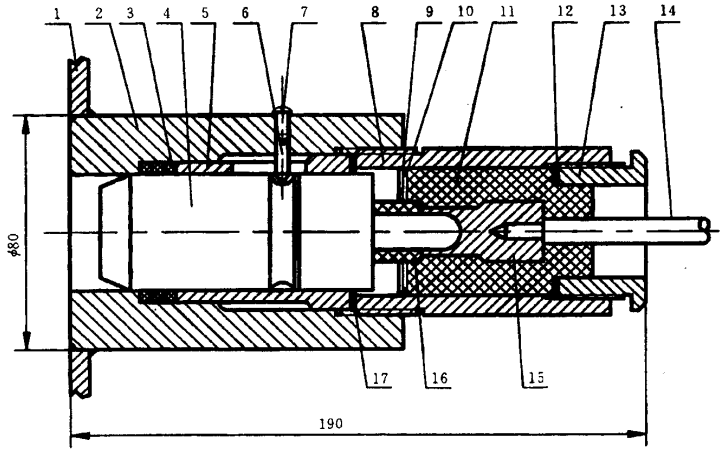
3.2 型号表示

参比电极的型号表示如下：



3.3 结构型式

参比电极的结构型式见表 1 和图 1～图 6。

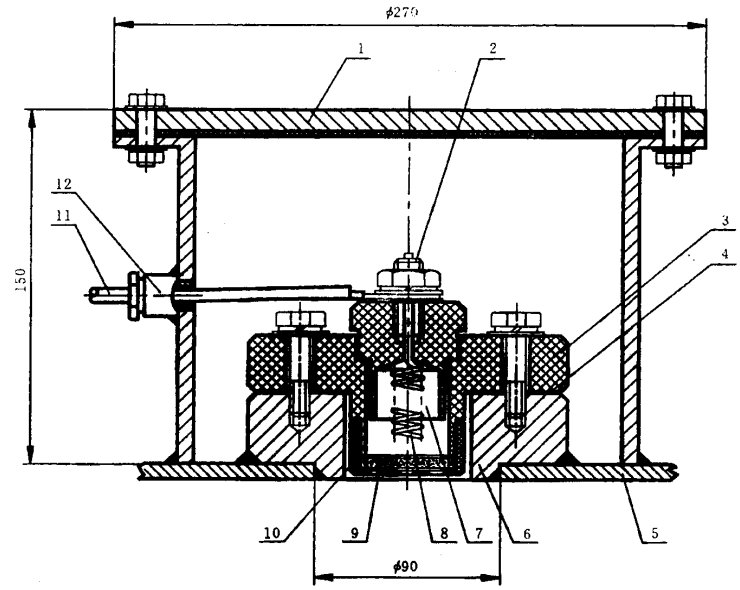


1—船体；2—填料管；3—密封体；4—电极；5—密封套筒；6—定位螺钉；7—压紧螺钉；8—压紧螺母；9—孔用弹性挡圈；10—垫圈；11—插头密封件；12—垫圈；13—压紧螺母；14—电缆；15—插头；16—橡胶圈；17—垫圈

图 1 CCY-1 型和 CCY-5 型银/氯化银参比电极

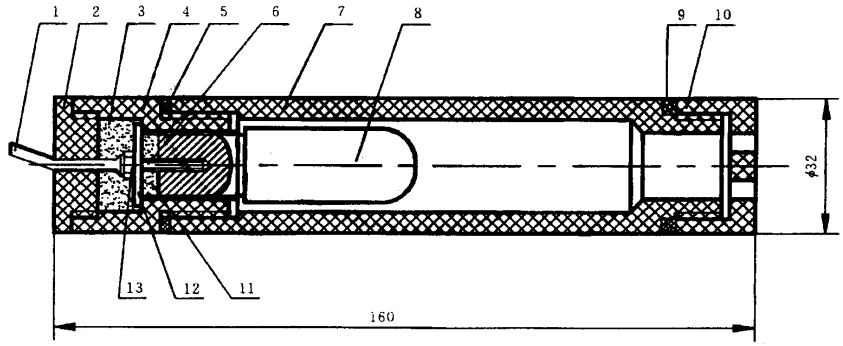
免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面



1—水密罩；2—接线柱；3—上法兰；4—橡胶垫；5—船体；6—焊接法兰；7—3.5%氯化钠溶液；
8—电极体；9—半透膜；10—渗水套；11—电缆；12—电缆填料函

图 2 CCY-2 型银/氯化银参比电极

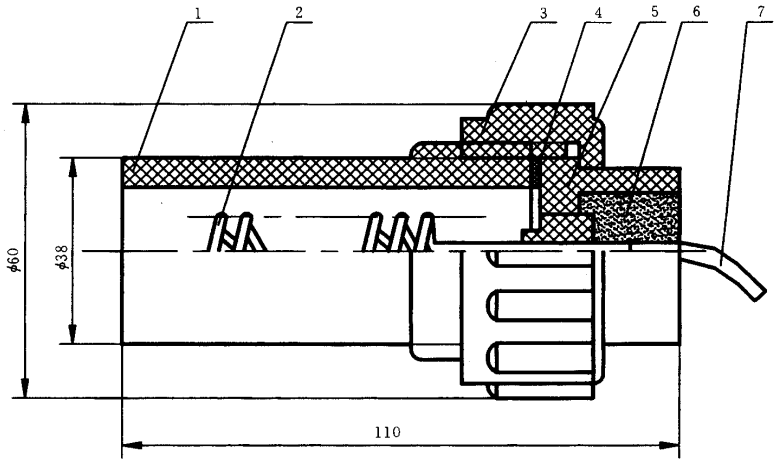


1—电缆；2—密封塞；3—密封填料；4—电极座；5—密封垫圈；6—接线柱；7—护套；
8—电极体；9—密封垫圈；10—压盖；11—密封填料；12—绝缘垫圈；13—螺母

图 3 CCY-3 型和 CCY-6 型银/氯化银参比电极

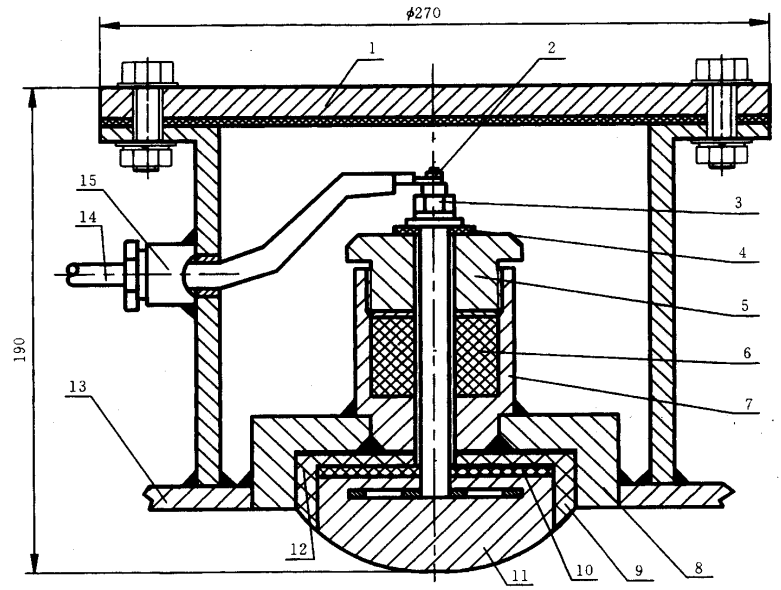
免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面



1—外壳；2—电极体；3—密封套；4—密封垫圈；5—封塞；6—密封填料；7—电缆

图 4　CCY-4 型银/氯化银参比电极

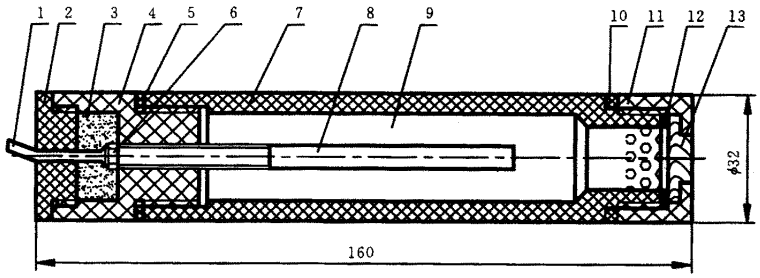


1—水密罩；2—接线柱；3—螺母；4—绝缘垫；5—压紧螺母；6—密封填料；7—填料函；8—填料函座；
9—绝缘体；10—水密垫；11—电极体；12—填料；13—船体；14—电缆；15—电缆填料函

图 5　CCX-1 型和 CCX-2 型锌及锌合金参比电极

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面



1—电缆；2—密封盖；3—密封填料；4—电极座；5—密封垫；6—螺母；7—护套；8—电极体；
9—饱和硫酸铜溶液；10—密封垫；11—压紧盖；12—密封垫；13—半透膜

图 6 CCT 型铜/饱和硫酸铜参比电极

3.4 标记示例

电极体材料为银/氯化银、圆柱状、固定式的参比电极，其标记为：

参比电极 CCY-1 GB/T 7387—1999

4 要求

4.1 材料

参比电极的电极体材料见表 2。

表 2 电极体材料

参比电极名称	材料名称	材料牌号规格
银/氯化银参比电极	银粉	≥99.95%，250～300 目
	硝酸银	分析纯
	盐酸	分析纯
	银	Ag-2(GB 4135)
	氯化银	分析纯
高纯锌参比电极	高纯锌	≥99.999%
锌铝硅参比电极	锌	Zn99.99(GB/T 470)
	铝	Al99.70(GB/T 1196)
	铝硅合金	ZL102(GB/T 1173)
铜/饱和硫酸铜参比电极	纯铜棒	T2Y φ5～6mm (GB/T 4423，GB/T 5231)
	硫酸铜	分析纯

4.2 锌铝硅参比电极化学成分

锌铝硅参比电极的化学成分见表 3。

表 3 锌铝硅参比电极化学成分 %

元素含量			杂质含量	
Zn	Al	Si	Fe	Cu
余量	1.4～1.7	0.10～0.16	<0.005	<0.005

4.3 电化学性能

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

参比电极的电极电位、电位稳定性和允许的极化值见表4。

表4 参比电极电化学性能

参比电极种类	电极电位(相对饱和甘汞电极) V	电位稳定性 V	极化值	
			阴极极化电流 10 μA	阳极极化电流 10 μA
银/氯化银参比电极	+0.001 5～+0.009 5	±0.005	>−0.005	<+0.005
锌及锌合金参比电极	−1.044～−1.014	±0.015	>−0.020	<+0.020
铜/饱和硫酸铜参比电极	+0.069～+0.074	—		—

4.4 结构

4.4.1 参比电极应与船体绝缘，应把参比电极体固定在由绝缘材料制成的绝缘座内，用填料函密封，另加水密罩。

4.4.2 参比电极电缆填料函的结构尺寸应符合CB/T 3667.1的有关规定。

4.5 绝缘性能

在干燥状态下，电极体和接线柱与电极水密罩或填料函间的绝缘电阻应大于1 MΩ。

4.6 水密性

参比电极结构在水压196 kPa下，历时15 min应无渗水现象。

4.7 表面质量

4.7.1 参比电极组装后，各紧固部件不应有任何松动现象。

4.7.2 外观表面必须清洁，无任何沾污等不良现象。

5 试验方法

5.1 表面质量

参比电极的表面质量采用目测，结果应符合4.7的要求。

5.2 电极电位测量及电位稳定性试验

按照附录A(提示的附录)规定进行试验，结果应符合表4的要求。

5.3 绝缘性能

参比电极组装完毕，用500 V的兆欧表，测量电极体和接线柱与水密罩、填料函等金属体之间的绝缘电阻。结果应符合4.5的要求。

5.4 水密性

按照附录C(提示的附录)规定进行试验，结果应符合4.6的要求。

5.5 极化值

按照附录B(提示的附录)规定进行试验，结果应符合表4的要求。

5.6 参比电极体化学成分分析

锌铝硅参比电极的硅、铁、铜含量按照GB/T 4951的规定进行化学分析，铝含量按照GB/T 12689.1的规定进行化学分析，结果应符合表2的要求。

6 检验规则

6.1 检验分类

参比电极检验分为型式检验和出厂检验。

6.2 型式检验

6.2.1 参比电极按本标准生产时，有下列情况之一者，应做型式检验：

a) 新产品设计定型时；

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

b) 产品转厂生产时；

c) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

d) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

6.2.2 型式检验项目见表5。

表5 型式检验项目

序号	检验项目	要求	试验方法	型式试验	出厂检验
1	电极电位	4.3	5.2	√	√
2	电位稳定性	4.3	5.2	√	—
3	极化值	4.3	5.5	√	—
4	电极体化学成分分析	表2、表3	5.6	√	√
5	表面质量	4.7	5.1	√	√
6	绝缘性能	4.5	5.3	√	√
7	水密性	4.6	5.4	√	√

6.2.3 一批产品应是一次提供或者在同一周期内生产的产品，并且这些产品是成批制造的或在基本相同条件下生产的产品。

6.2.4 每批产品中按生产量的10%(至少三个)随机抽样进行检验。

6.2.5 型式检验中若有一个指标不符合要求时，应加倍取样检验，若仍有不符合要求的指标，则判为型式检验不合格。

6.3 出厂检验

6.3.1 每批产品出厂前应进行质量检验，并提供合格证书。

6.3.2 出厂检验项目见表5。

6.3.3 出厂检验的样品数量同6.2.4。

6.3.4 出厂检验中若有一个指标不符合要求时，应加倍取样检验，若仍有不符合要求的指标，则该批产品为不合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

参比电极应有标志铭牌，应标明产品名称、型号、规格、生产日期和编号，标志铭牌应避免粘贴在电极体上。

7.2 包装

7.2.1 参比电极根据本标准检验项目检验合格后，应附上盖有检验员代号的合格证，并用深色塑料袋封装，与产品说明书及有关附件一起包装。

7.2.2 参比电极应由木箱包装。

7.2.3 箱面标志应符合GB 191的规定，包装箱面文字应工整、清晰、正确，包括下列内容：

a) 到站或到港及收货单位名称；

b) 货物名称及型号；

c) 净重、毛重、体积；

d) 发货单位全称；

e) 包装年、月、日。

7.3 运输

运输过程中，应注意防潮，避免损坏、沾污电极。

7.4 贮存

产品应存放在干燥、通风良好、无腐蚀性气体的仓库内。银/氯化银电极必须避光保存。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

附 录 A
（提示的附录）
参比电极的电极电位测量及电位稳定性试验方法

A1 试样制备

A1.1 试样尺寸

a）粉压法银/氯化银参比电极试样尺寸参见图 A1。

b）热浸涂法银/氯化银参比电极试样尺寸参见图 A2、图 A3。

c）高纯锌及锌铝硅合金参比电极试样尺寸参见图 A4。

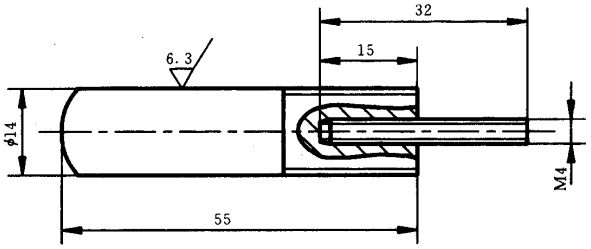


图 A1 粉压法圆柱状银/氯化银电极体尺寸

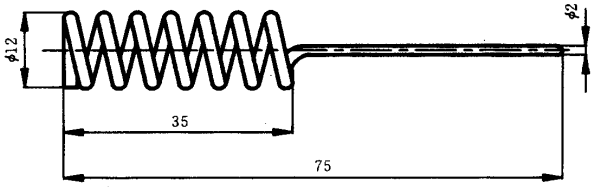


图 A2 热浸涂法银/氯化银电极体尺寸

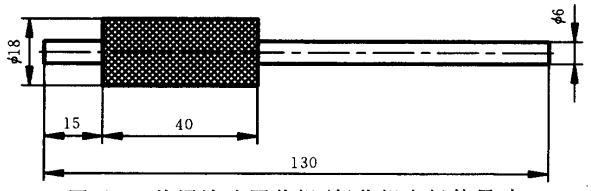


图 A3 热浸涂法网状银/氯化银电极体尺寸

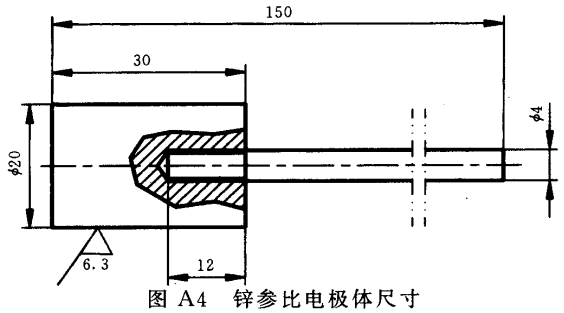


图 A4 锌参比电极体尺寸

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

A1.2 试样数量

试样数量为5个。

A1.3 试样前处理

a) 粉压法银/氯化银参比电极试样，用500号金相砂纸打磨光亮，用蒸馏水冲洗洁净，再浸入0.1 mol/L盐酸溶液中活化6 d，活化后的电极试样用试验介质冲洗后即可进行试验。

b) 热浸涂法银/氯化银参比电极试样，在3.5%氯化钠溶液中浸泡48 h后即可进行试验。

c) 锌铝硅参比电极试样，用500号金相砂纸磨光(或抛光)，用丙酮洗去油污后，浸入0.5 mol/L盐酸溶液中除去表面氧化物，然后用蒸馏水冲洗干净，酒精脱水，即可进行测试。

A2 试验条件

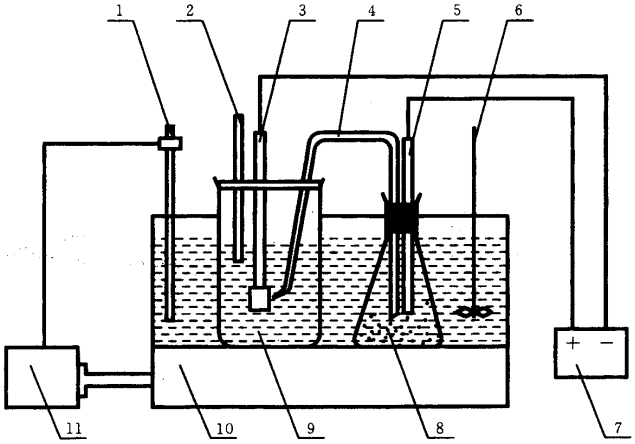
a) 试验介质：3.5%氯化钠溶液(分析纯)。

b) 介质温度：25℃±0.5℃。

c) 稳定性试验时间：银/氯化银参比电极为30 d；高纯锌及锌铝硅参比电极为45 d。

A3 试验装置

参比电极的电极电位测量及电位稳定性试验装置见图A5。



1—温度控制器；2—温度计；3—试验电极；4—盐桥；5—饱和甘汞电极；6—电动搅拌器；
7—数字电压表（输入阻抗大于1 MΩ，精度小于0.1 mV）；8—饱和氯化钾盐池；
9—电解池；10—恒温槽；11—电子继电器

图A5 电极电位测量及电位稳定性试验装置示意图

A4 试验步骤

A4.1 电极电位测量

a) 将处理过的银/氯化银参比电极试样放入电解池中，浸泡24 h后，用饱和甘汞电极测量其电极电位值。

b) 将处理过的高纯锌及锌铝硅参比电极试样放入电解池中，浸泡240 h后，用饱和甘汞电极测量其电极电位值。

A4.2 稳定性试验

a) 将处理过的银/氯化银参比电极试样放入电解池中，浸泡24 h，用饱和甘汞电极测量其电极电位

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

值，然后每隔 15 min 测量一次；2 h 后，每隔 0.5 h 测量一次；4 h 后，每隔 2 h 测量一次；8 h 后，每隔24 h 测量一次。

b) 将处理过的高纯锌参比电极及锌铝硅参比电极试样放入电解池中，浸泡 240 h 后，用饱和甘汞电极测量其电极电位值，然后每隔 15 min 测量一次；2 h 后，每隔 0.5 h 测量一次；4 h 后，每隔 2 h 测量一次；8 h 后，每隔 24 h 测量一次。

c) 将以上测得的电极电位数据，经处理后，作出电位随时间的变化曲线。

A5 数据处理

A5.1 根据试验记录确定参比电极的电极电位，作出参比电极的电位-时间曲线。

A5.2 从电位-时间曲线或试验记录中，计算稳态时参比电极的电极电位和电位稳定值。

附 录 B
（提示的附录）
参比电极的极化电位测量方法

B1 试样制备

试样制备同 A1。

B2 试验条件

a) 试验介质：3.5%氯化钠溶液(分析纯)。

b) 介质温度：25℃±0.5℃。

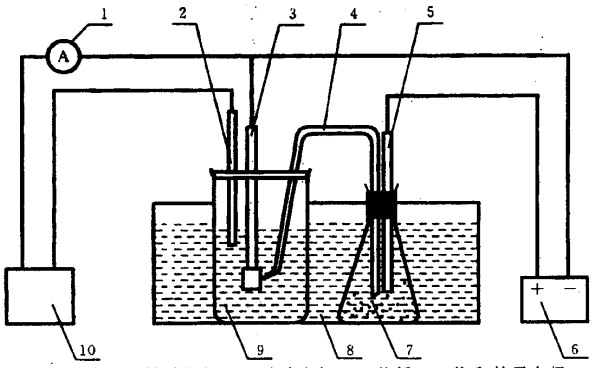
c) 辅助电极：铂电极。

d) 极化电流：阳极极化和阴极极化均通以 10 μA 电流。

e) 极化时间：8 h。

B3 试验装置

参比电极的极化电位测量试验装置见图 B1。



1—微安表；2—辅助阳极；3—试验电极；4—盐桥；5—饱和甘汞电极；
6—数字电压表（输入阻抗大于1MΩ，精度小于0.1mV）；
7—饱和氯化钾盐池；8—恒温槽；9—电解池；10—恒流电源

图 B1 极化电位试验装置示意图

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net) 标准最全面

B4 试验步骤

经活化处理过的试样放入电解池内，不断测量其电位，待电位稳定后，分别通以不同的阴极电流和阳极电流进行极化。记录电位随时间的变化。

B5 数据处理

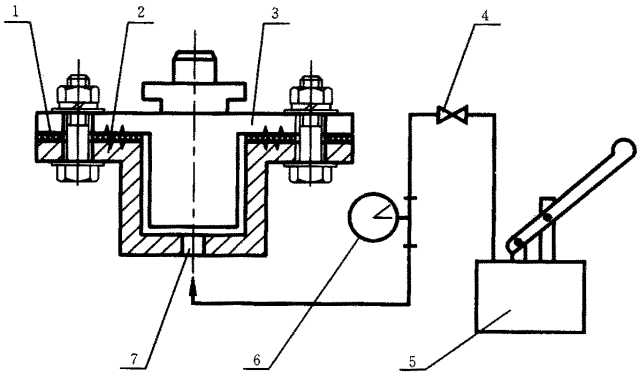
B5.1 根据试验记录作出电位-时间曲线。

B5.2 从电位-时间曲线或试验记录中，计算稳态时参比电极的极化值。

附 录 C
（提示的附录）
水密性试验方法

C1 试验装置

水压试验装置见图 C1。



1—垫圈；2—夹具；3—参比电极；4—控制阀；5—水压机；
6—压力表；7—密封接口

图 C1 水压密封试验装置示意图

C2 试验步骤

将试验电极装在图 C1 专用装置上，打开水压机开关，加压到压力表指示为 196 kPa 时，保持 15 min，观察有无泄漏。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载